

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1936

THÈSE

N°

226

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

René-Joseph-Mario BERCEGEAY

Né le 3 mai 1912, à Saint-Nazaire (Loire-Inférieure)

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE LA

SUTURE DES NERFS

Président : M. LENORMANT, Professeur

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUBE & C^{ie}, ÉDITEURS

15, RUE RACINE, 15

1936

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1936

THÈSE

N^o —

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

René-Joseph-Marie BERCEGEAY

Né le 3 mai 1912, à Saint-Nazaire (Loire-Inférieure)

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE LA

SUTURE DES NERFS

Président : M. LENORMANT, Professeur

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUBE & C^{ie}, ÉDITEURS

15, RUE RACINE, 15

1936



I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	ROUVIÈRE.
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	DESGREZ.
Bactériologie	R DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales	BAUDOUIN.
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	Maurice VILLARET.
Clinique médicale	LOEPER.
	CARNOT.
	CLERC.
	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBoullet.
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale.	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
	CUNÉO.
Clinique chirurgicale	GOSSET.
	GRÉGOIRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	MARION.
	BRINDEAU.
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
	N...
Clinique gynécologique	OMBRÉDANNE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	RATHERY.
Clinique thérapeutique médicale	LEMAITRE.
Clinique oto-rhino-laryngologique	Pierre DUVAL.
Clinique thérapeutique chirurgicale	SERGEANT.
Clinique propédeutique	BEZANÇON.
Clinique de la tuberculose	MATHIEU.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	HOVELACQUE.
	MULON.
Professeurs sans chaire	OLIVIER.
	VERNE.
	MOCQUOT.

II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

BÉNARD (H.) .. Pathologie médicale.
 BERNARD (E.).. Pathologie médicale.
 BOULIN Pathologie médicale.
 BULLIARD Histologie.
 CATHALA Pathologie médicale.
 CHEVALLIER .. Pathologie médicale.
 DOGNON Physique.
 FEY Urologie.
 GALLIARD Parasitologie.
 GASTINEL Bactériologie.
 DE GAUDART D'ALLAINES.. Pathologie
 chirurgicale.
 GAYET Physiologie.
 GIROUD Histologie.
 HAGUENAU ... Pathologie médicale.
 HALPHEN Oto-rhino-laryngologie.
 HAZARD Pharmacologie.
 HUGUENIN Anatomie pathologique.
 JOANNON Hygiène.
 LABBÉ (Henri).. Chimie biologique.
 LACOMME Obstétrique.

MM.

LANTUÉJOUL .. Obstétrique.
 LAROCHE (G.).. Pathologie médicale.
 LEMAIRE Pathologie expérimentale.
 LEVEUF Pathologie chirurgicale.
 M^{lle} J. LÉVY... Pharmacologie.
 LÉVY-VALENSI. Neurologie et Psychiatrie.
 MOREAU Pathologie médicale.
 MOULONGUET.. Pathologie chirurgicale.
 MOUQUIN Pathologie médicale.
 OBERLING Anatomie pathologique.
 PETIT-DUTAILLIS. Pathologie chirurgicale.
 PIÉDELIEVRE .. Médecine légale.
 PORTES Obstétrique.
 RICHET Physiologie.
 SANNIÉ Chimie biologique.
 SÈNÈQUE Pathologie chirurgicale.
 TROISIER Pathologie expérimentale.
 TURPIN Pathologie médicale.
 VIGNES Obstétrique.
 WILMOTH Pathologie chirurgicale.
 Justin BESANÇON. Hydrologie.

III — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

POUR LE SERVICE DES EXAMENS

MM.

ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CHAILLEY-BERT.. Physiologie.

MM.

LEROUX Anatomie pathologique.
 NEVEU-LEMAIRE. Parasitologie.

IV.— AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

A TITRE PERMANENT

MM.		MM.	
ABRAMI.	} Clinique médicale.	BASSET.	} Clinique chirurgicale.
ALAJOUANINE.		BROCQ.	
AUBERTIN.		CADENAT.	
BRULÉ.		GATELLIER.	
CHABROL.		HEITZ-BOYER.	
CHIRAY.		MOURE.	
DONZELOT.		QUÉNU.	
DUVOIR.		SCHWARTZ.	
LIAN.		VELTER.	
VALLERY-RADOT			
(Pasteur).			
SÉZARY.			
MM.	} Clinique obstétricale.		
ÉCALLE.			
GUÉNIOT.			
LE LORIER.			
LÉVY-SOLAL.			
METZGER.			

V. — CHARGÉS DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé ...	Éducation physique.
LEDoux-LEBARD	Radiologie clinique.
WEIL-HALLÉ	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE DE MA GRAND'MÈRE

A MES PARENTS

A MA FEMME

A TOUS LES MIENS

A MES AMIS

A M. LE PROFESSEUR CHARLES LENORMANT

Professeur de Clinique chirurgicale
de la Faculté de Médecine de Paris
Membre de l'Académie de Médecine
Chevalier de la Légion d'honneur

*Qui nous a fait le grand honneur d'ac-
cepter la présidence de cette thèse.*

A M. LE PROFESSEUR MARQUIS

Professeur de Clinique chirurgicale
à l'Ecole de Médecine de Rennes

*Il a été notre premier maître et n'a cessé
depuis de nous guider et de nous conseil-
ler.*

*Nous le prions de bien vouloir trouver
ici un faible témoignage de notre profonde
reconnaissance et de notre grand respect.*

A M. LE DOCTEUR JULES RENAUX

Médecin-chef de l'Asile d'Aliénés de Maine-et-Loire

*Pendant trois années il a été pour nous
un maître toujours bienveillant, dont les
conseils et l'expérience ont largement con-
tribué à notre culture générale et médi-
cale.*

*Qu'il veuille trouver ici l'expression de
notre vive gratitude et de notre profond
respect.*

A MES MAITRES
A L'ÉCOLE DE MÉDECINE DE RENNES

A MES MAITRES
A L'ÉCOLE DE MÉDECINE D'ANGERS

A M. LE DOCTEUR JACQUES BARUK
Médecin-Directeur de l'Asile d'Aliénés de Maine-et-Loire

*Faible témoignage de notre profond
respect.*

A MON MAITRE DANS LES ASILES DE LA SEINE

M. LE DOCTEUR HENRI BEAUDOUIN

*En le priant de bien vouloir trouver ici
l'expression de notre respectueuse reconnaissance.*

A TOUS MES MAITRES

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA SUTURE DES NERFS

Introduction.

Le système nerveux constitue un domaine presque nouveau pour la chirurgie. Après l'essor magnifique de la chirurgie abdomino-pelvienne, de nouvelles perspectives se sont ouvertes devant le chirurgien : la chirurgie osseuse, la chirurgie thoracique, la chirurgie vasculaire et enfin la chirurgie nerveuse. Il ne nous appartient pas ici de montrer l'immense progrès de cette dernière, ni l'étendue du territoire encore inexploré permettant tous les espoirs.

Notre but, dans ce travail, n'est d'ailleurs que de mettre au point un chapitre de la chirurgie nerveuse, celui qui paraît au premier abord le plus élémentaire : la réparation des solutions de continuité des troncs nerveux périphériques. Quoi de plus simple en apparence que de recoudre un nerf sectionné au cours d'une atteinte traumatique, et quoi de plus délicat en réalité que cet acte opératoire élémentaire !

La pratique de la chirurgie nerveuse, même sous sa forme la plus simple, a appris au chirurgien qu'en dehors de l'asepsie — qui reste sans conteste la base

essentielle de la chirurgie moderne — les tissus organiques exigent un respect et des soins minutieux. La chirurgie nerveuse a convaincu le chirurgien aussi de la nécessité de connaissances physiologiques approfondies. L'anatomie est certes indispensable au chirurgien, mais la méconnaissance de la physiologie peut le conduire à l'échec.

Ce sont les chirurgiens qui ont voué le meilleur de leur effort aux interventions sur le système nerveux, qui ont fini par découvrir que la véritable base de la chirurgie est la physiologie. « On ne risque pas de galvauder la chirurgie en s'efforçant de la placer sous le signe de Claude Bernard », disait Leriche. C'est ce même chirurgien qui a montré le caractère essentiellement expérimental de l'art chirurgical : « Nous oublions trop que, sous un certain angle, la chirurgie est une constante expérimentation. Il n'est physiologiste au monde qui expérimente autant que nous. Mais, exécutant sans curiosité, nous ne cherchons pas à observer les conséquences de nos actes. C'est à peine si nous leur accordons un coup d'œil distrait. »

Pendant bien longtemps, les nerfs constituaient des éléments négligeables pour le chirurgien. Après l'asepsie, c'est l'hémostase qui était son grand souci. Peu à peu, cependant, il a appris à respecter les nerfs moteurs des membres, puis les nerfs sensitifs. Quant aux nerfs viscéraux, les nerfs vasomoteurs, trophiques, etc., leur signification, les dangers de leur section et la nécessité de leur connaissance anatomique et

physiologique ne se sont révélés que tout à fait récemment.

Toute la chirurgie nerveuse et, en particulier, la chirurgie réparatrice des nerfs périphériques doit beaucoup aux enseignements de la dernière guerre. Le grand nombre de blessures de tronc nerveux a posé de nouveaux problèmes aux chirurgiens, et des recherches innombrables surgies d'un jour à l'autre ont éclairé une foule de problèmes. On peut dire que ce chapitre de la chirurgie n'a progressé que dans certains détails depuis la guerre.

Nous croyons que la question que nous étudions forme actuellement un ensemble suffisamment connu pour qu'on puisse en tenter une synthèse. Nous avons voulu montrer les bases physiologiques du problème, donner quelques principes généraux de la chirurgie nerveuse périphérique et enfin comparer les procédés opératoires actuellement connus avec leurs indications et leurs résultats.

CHAPITRE I

Historique.

La chirurgie des restaurations nerveuses est née des sciences expérimentales. Ce sont les physiologistes qui, étudiant les conditions de la conductibilité nerveuse, ont eu l'idée de s'adresser aux anastomoses de nerfs. On sait que, jusqu'aux recherches de Flourens, de Magendie, de Waller et jusqu'à l'énoncé de la théorie neuronale par Ramon y Cajal, on ne possédait que des notions extrêmement confuses sur l'excitabilité, la conductibilité et sur les conditions de la nutrition des éléments nerveux.

Au moment où toutes les notions concernant la dégénérescence et la régénération des nerfs furent totalement inconnues, Haighton avait remarqué en 1795 que des nerfs sectionnés étaient capables de récupérer au bout de quelques mois leurs fonctions. En 1827, Flourens a vérifié la possibilité du fait.

Les premières sutures nerveuses semblent avoir été pratiquées par Flourens en 1827. Ce physiologiste a réuni chez un coq le bout central du nerf médian avec le bout périphérique du nerf radial. Or, il a constaté qu'au bout de six mois l'aile de l'animal fonctionnait

normalement et que le pincement du segment central du médian faisait naître des mouvements dans les muscles innervés par le radial. — Flourens a fait également des sutures des bouts sectionnés d'un même nerf : il coupa un sciatique et il réunit les deux bouts du nerf par un point de suture. Au bout de 10 mois, il put constater que le pincement du nerf au-dessus du point de réunion provoquait des mouvements musculaires et que son pincement au-dessous déterminait des cris.

Des expériences analogues furent exécutées par la suite par Bidder (réunion du bout central de l'hypoglosse avec le bout périphérique du lingual) et par Thiernesse et Gluge. Ces derniers ont contribué à montrer que la récupération fonctionnelle se fait par la poussée des fibres du bout central.

En 1852, Waller a démontré clairement que le bout distal d'un nerf sectionné dégénérait. La constatation fondamentale avait déjà été faite en 1787 par Arne-mann. Le mérite de Waller c'est d'avoir généralisé ce fait et d'en avoir fait une loi générale de la trophicité du système nerveux. Les vues de Waller rencontraient beaucoup d'opposition. On pensait — et certaines expériences de Philippeaux et Vulpian tendaient à le prouver — que dans le bout distal d'un nerf sectionné on pouvait observer des phénomènes de régénération. Nous savons actuellement qu'il s'agissait dans tous ces cas de neurotisations secondaires.

Malgré certaines erreurs doctrinales, Philippeaux et Vulpian ont démontré par un certain nombre d'expé-

riences la possibilité d'anastomoser des nerfs différents entre eux. Ces auteurs ont montré que le résultat de l'excitation dans un nerf régénéré dépendait de la nature du neurone contenu dans le segment central, ce qui prouve bien que la régénération s'est faite par la poussée de ces neurones. Philippeaux et Vulpian ont réuni par exemple le bout central du pneumogastrique avec le bout périphérique de l'hypoglosse et ont constaté quelques mois après que l'excitation du pneumogastrique déterminait des contractions de la langue. Inversement, l'anastomose du bout central de l'hypoglosse avec le bout périphérique du pneumogastrique leur permit d'obtenir un ralentissement du cœur par l'excitation de l'hypoglosse. Nous reviendrons encore sur ces divers points en étudiant l'anastomose nerveuse.

Le grand mérite de Philippeaux et Vulpian est encore d'avoir été les premiers à utiliser des greffes nerveuses. En 1870, ces auteurs ont intercalé entre le bout central et le bout périphérique d'un grand hypoglosse sectionné un fragment du nerf lingual et ont pu constater la régénération du douzième nerf crânien.

Certains faits paradoxaux se sont opposés pendant longtemps à la conception de la régénération nerveuse telle qu'elle découle de la doctrine wallérienne. On a constaté en effet parfois une régénération extrêmement rapide des nerfs après la suture (Laugier, Nélaton, autres observations relatées dans la thèse de Boulommier). A la suite de ces faits on a pensé que le

bout périphérique pouvait jouer un rôle actif dans la restauration. Les travaux de Nageotte, de Pitres, de Duroux et Couvreur, etc., ne laissent aucun doute à ce sujet et il semble bien que le bout périphérique ne joue d'autre rôle que celui d'un conducteur pour les axones en croissance.

Les premières applications chirurgicales des faits expérimentaux ci-dessus datent d'il y a soixante-quinze ans environ. C'est à Létievant qu'on doit le premier travail complet à ce sujet, daté de 1873. Puis, la question reste à peu près stationnaire jusqu'à la guerre de 1914-1918. A ce moment-là toute une série de chercheurs se mettent à l'œuvre. Nous citerons parmi eux : Nageotte, Pitres, Cunéo, Leriche, Gosset, Tinel, etc.

Depuis la guerre, l'évolution du problème marque un point d'arrêt, cette fois-ci parce que la plupart des grands problèmes semblent être résolus. Quelques très bonnes mises au point ont été faites par Foerster, par Puusepp et par Pollock et Davis. Certains nouveaux points ont été étudiés par Leriche, par Balance, etc. La notion toute nouvelle de la transmission humorale des excitations nerveuses semble devoir apporter du nouveau dans nos connaissances. Nous y reviendrons plus loin.

CHAPITRE II

La dégénérescence et la régénération.

On sait depuis Waller — et la conception de cet auteur reste intacte malgré certaines critiques — que tout nerf sectionné dégénère dans sa partie distale. Il est très simple de comprendre ce phénomène en considérant que chaque neurone forme une cellule dont le noyau se trouve dans le centre nerveux. Or, on sait que, lorsqu'on détache un fragment cellulaire dépourvu de noyau, ce fragment ne tarde pas à mourir. Il en est de même du neurone. Le fragment attenant au noyau, c'est-à-dire le fragment proximal, survit, alors que le fragment distal sans noyau meurt.

Lors d'une section nerveuse, il se produit une série de phénomènes ayant pour siège principal le bout distal du nerf, mais intéressant également son bout proximal. Ces phénomènes ont été décrits par Spatz en trois stades : un stade dégénératif, un stade de restauration et un stade de régénération. Nous allons les étudier progressivement.



Les phénomènes de dégénérescence comprennent des faits fonctionnels, des modifications de l'aspect macroscopique et celles de la structure histologique. Au bout de quelques jours après la section (de deux à huit jours) le segment nerveux distal devient inexcitable électriquement, alors que le muscle a conservé son excitabilité. La dégénérescence fonctionnelle semble être progressive ; à mesure qu'elle évolue, la chronaxie augmente jusqu'au moment où le nerf devient complètement inexcitable.

Les phénomènes macroscopiques ont été décrits par Spatz. Au bout de quelques jours après la section, les deux moignons nerveux apparaissent renflés, le bout central l'étant beaucoup plus que le bout distal. Ce renflement porte le nom de névrome. Parfois le névrome comme tout le tronc nerveux distal apparaît distinct des tissus environnants, d'autres fois ils contractent des adhérences et se laissent infiltrer d'un tissu conjonctif proliférant activement.

Ce sont les modifications microscopiques qui retiendront le plus longtemps notre attention. Elles ont été suivies étape par étape par plusieurs histologistes, en particulier par Nageotte, Ranson, Spillmayer, etc.

Nous allons d'abord décrire les modifications du bout distal. Puusepp y décrit trois zones successives : une zone de prolifération conjonctive, provenant du périnèvre et de l'endonèvre du tronc sectionné ; une

zone de décomposition où l'on trouve des petits foyers hémorragiques, des débris de fibres nerveuses, de myéline, etc. L'ensemble de ces deux zones forme ce que P. Marie et Foix ont appelé le pseudonévrome inférieur et qui correspond au gliome de Nageotte. Dans la troisième zone, qui s'étend progressivement sur toute la longueur des fibres nerveuses lésées, on trouve des images typiques de dégénérescence wallérienne : amincissement des axones, fragmentation de la myéline.

*
* *

La phase de restauration de Spatz comprend une série de phénomènes qui se passent au niveau du segment distal. La deuxième zone, que nous avons vu plus haut contenir des débris et des petites hémorragies, se nettoie. Au niveau de la zone de dégénérescence, les cylindraxes et la myéline confluent et forment les bandes protoplasmiques de Büngner. Il y a d'abord une augmentation du nombre des noyaux des cellules de Schwann et ces cellules finissent par englober les fibres nerveuses proprement dites. A ce moment-là le tronc nerveux périphérique forme un ensemble de cellules vivantes, mais dans lesquelles toute différenciation a disparu en vue d'une conduction nerveuse. Certains auteurs ont décrit dans ce nerf en quelque sorte désaffecté des cylindraxes néoformés. Une telle néoformation n'est guère possible que si le nerf a encore conservé des connexions centrales par une anastomose.

*
* *
*

On peut affirmer que toute régénération commence par le fragment proximal. Il serait inexact de dire que ce fragment est resté intact à la suite de la section nerveuse. Il est le siège d'une série de modifications qui s'étendent sur une longueur de 2 cm. environ en amont du point de la section. Lorsqu'on examine au microscope le bout central d'un nerf sectionné, on peut y décrire quatre zones :

a) Une première zone comprend, tout comme pour le bout distal, une gangue conjonctive enveloppant le névrome. Elle provient du périnèvre ou de l'endonevère et peut adhérer aux tissus voisins. Ce tissu conjonctif devient de plus en plus dense à mesure que la section est plus ancienne.

b) La deuxième zone comprend pendant la phase de dégénérescence des déchets de la décomposition cellulaire. Pendant la période de réparation, ces déchets sont nettoyés par les leucocytes et les cellules de Schwann faisant fonction de neuronophages. Puis le bout central des fibres nerveuses se met à proliférer dans tous les sens jusqu'au moment où elles tombent sur l'obstacle que leur oppose la gangue conjonctive. C'est ce processus de prolifération désordonnée qui donne naissance au névrome.

c) Dans la troisième zone on rencontre déjà des fibres nerveuses orientées parallèlement, mais elles présentent souvent des anomalies histologiques, gon-

flement et même fragmentation de la myéline, amincissement du cylindraxe, etc.

d) On arrive enfin à la quatrième zone où les fibres sont normales et où les moyens d'investigation actuels de l'histologie ne montrent aucune lésion.

Si nous avons insisté sur la description du bout proximal, c'est qu'il est d'une importance capitale de ne suturer qu'un fragment nerveux absolument normal. Parfois, la détermination n'est pas très facile et alors Puusepp recommande de faire un examen histologique extemporané. Il décrit une méthode de coloration au bleu de méthylène qui donne des renseignements suffisants et qui peut être exécutée en un quart d'heure.

On peut dire que le segment nerveux dont dépendra tout le succès de la suture est ce bout central. C'est, en effet, en partant de là que les cylindraxes vont se mettre à proliférer, pénétreront dans le bout périphérique et guidés par les cellules à myéline, parcoureront lentement tout le trajet du nerf. Il est essentiel de savoir que le bout périphérique ne joue que le rôle d'un conducteur. Nous reviendrons d'ailleurs sur les applications pratiques qui découlent de ces considérations théoriques.

CHAPITRE III

Les indications de la suture nerveuse.

Nous envisagerons dans ce chapitre les lésions nerveuses justiciables d'une intervention réparatrice chirurgicale. Nous tenterons de préciser ensuite le moment optimum de cette intervention. Nous réserverons l'étude des indications de chaque procédé pour le chapitre destiné à la description de la méthode.

*
* * *

Il va sans dire que les principales indications de la suture nerveuse sont constituées par les lésions traumatiques des nerfs. Nous étudierons ultérieurement quelques indications plus exceptionnelles.

La pratique de la chirurgie de guerre a enseigné aux chirurgiens et aux neurologues la très grande fréquence des blessures nerveuses. Déjà pendant la guerre russo-japonaise on a constaté que le nombre des blessés présentant une section nerveuse était en moyenne de 2 %. Pendant la dernière guerre, les statistiques françaises d'ensemble donnent 18 % de sections nerveuses chez les blessés des extrémités.

Dans l'armée américaine on donne 14 à 16 % de sections nerveuses pour les blessés des membres et 4,5 % pour la totalité des blessés. D'après la statistique de Lehmann, portant sur l'armée allemande, la proportion des blessures de nerfs est de 1,5 à 2 %.

Quant à la fréquence respective de l'atteinte de chaque nerf, voici une statistique de Pollack et Davis, portant sur 985 cas :

Cubital.....	136
Médian.....	93
Cubital et médian.....	58
Radial.....	165
Radial et médian.....	12
Radial et cubital.....	13
Musculo-cutané.....	4
Cubital, médian et musc.-cut.....	3
Cubital, médian et radial.....	6
Circonflexe.....	7
Plexus brachial.....	71
Sciatique.....	160
Sciatique et petit sciat.....	9
Sciatique popl. ext.....	11
Sciatique popl. int.....	27
Nerf péronier.....	120
Tibial postérieur.....	12
— antérieur.....	16
Plexus lombaire.....	4
Fémoral.....	19
Saphène externe.....	16
— interne.....	1
Musculo-cutané.....	8
R. cutané externe.....	3
Autres nerfs.....	11

Voici encore d'après Fœrster, les nerfs rangés par

ordre de la fréquence de leurs lésions, d'après les 3.963 cas que ce chirurgien a observé pendant la guerre :

Radial.....	936
Médian.....	800
Cubital.....	742
Sciatique.....	523
Sciatique popl. ext.....	183
— — int.....	112
Circonflexe.....	82
Musculo-cutané du bras.....	71

Ces tableaux montrent d'une part que la grande fréquence des lésions nerveuses périphériques justifie amplement l'importance de la chirurgie réparatrice des nerfs et d'autre part que les divers nerfs sont inégalement exposés aux atteintes traumatiques. Nous verrons plus loin que le pronostic des différentes sutures est également très variable.

* * *

D'une façon plus générale, on peut dire que la suture nerveuse est indiquée dans tous les cas où il y a une interruption de la conduction nerveuse. Contrairement à l'opinion courante, il n'est aucunement nécessaire pour cela qu'il existe une section anatomique complète du nerf. En restant sur le terrain traumatique, il existe des écrasements de nerf, des elongations qui, sans solution de continuité macroscopique aucune, donnent lieu à une interruption fonctionnelle.

Aussi, Pollock et Davis ont fixé certaines règles qui permettent d'établir lorsqu'un nerf est fonctionnellement inapte à conduire l'influx nerveux ;

- a) paralysie complète de tous les muscles innervés au-dessous du niveau de la lésion ;
- b) anesthésie complète du territoire sensitif du nerf ;
- c) réaction de dégénérescence complète.

Lorsque ces trois signes se trouvent ensemble, on peut être sûr que le nerf a cessé de fonctionner. Un tel nerf, même s'il n'est pas anatomiquement sectionné, est justiciable d'une intervention réparatrice.

En comprenant la section nerveuse dans le sens large que nous venons de définir, les indications des sutures nerveuses se trouvent étendues en dehors du domaine des lésions traumatiques. Nous verrons ainsi que certaines paralysies faciales non traumatiques ont pu bénéficier d'une anastomose avec un autre nerf. Tout récemment, Dogliotti préconise la section et la suture immédiate des nerfs pour obvier aux impotences fonctionnelles d'une séquelle de polio-myélite. Nous sommes persuadés qu'un grand nombre de syndromes de déficit moteur pourront bénéficier de diverses anastomoses.

D'une façon générale, dans la pratique on n'entreprend la suture nerveuse que dans les sections de nerfs moteurs ayant déterminé une impotence fonctionnelle marquée. Un déficit sensitif peu étendu ne constitue pas une infirmité et ne saurait constituer

une indication de suture qu'à titre tout à fait exceptionnel.

* * *

Un des points les plus importants est la date à laquelle on doit intervenir dans les sections nerveuses. Actuellement, tous les chirurgiens sont d'accord qu'une suture primitive, pratiquée immédiatement après le traumatisme, ne présente aucun avantage. Il y a pour cela plusieurs raisons. La première est la possibilité d'une régénération spontanée. Elle est beaucoup plus fréquente qu'on ne le croit généralement, même lorsque les deux bouts du nerf sectionné sont éloignés. Marinesco a montré depuis longtemps que la myéline exerce une influence chimiotactique sur les neurones en croissance. Une autre raison pour attendre découle des modifications que nous avons décrites dans le chapitre précédent, modifications consécutives au traumatisme. Nous avons vu que les deux bouts subissaient des remaniements aboutissant à une prolifération conjonctive. Ces remaniements sont encore plus profonds lorsque la plaie a été infectée et a été le siège d'une suppuration, comme c'est assez souvent le cas. Si on fait une suture de première intention, la prolifération conjonctive peut empêcher la pénétration des cylindraxes dans le bout distal. Reste enfin une troisième raison qui a été bien montrée par Couvreur et Duroux, c'est le fait que la régénération, la poussée cylindraxile ne se fait que dans un tronc nerveux vide, c'est-à-dire ayant déjà

subi la dégénérescence. Donc, de toute façon, la régénération ne commencera que lorsque le bout distal aura complètement dégénéré.

La limite d'attente est assez différente pour chaque nerf. Pour le radial et le sciatique poplité externe, on attend généralement 4 à 5 mois. De même pour le cubital, la régénération spontanée n'est guère possible au bout de cinq mois. Par contre, le médian et le sciatique, dont la régénération est plus lente, ne doivent être suturés qu'au bout de six mois (Pollock et Davis).

Il est bien entendu que pendant ce temps-là le nerf et son territoire doivent être surveillés afin de déceler un commencement de régénération. Nous reviendrons plus loin sur les signes de cette régénération.

Une fois l'intervalle minimum atteint, on a intérêt à ne pas trop attendre car l'atrophie musculaire devient de plus en plus marquée et, à partir d'un certain degré de remaniement de la structure des muscles, la récupération fonctionnelle devient difficile. Nous verrons plus loin les résultats comparés de la suture nerveuse selon le temps d'attente. Il faut savoir cependant que la suture peut réussir même plus d'un an, même deux ans après la section nerveuse.

CHAPITRE IV

Principes généraux de la chirurgie des nerfs périphériques.

Avant d'aborder l'étude des divers procédés de la chirurgie réparatrice des nerfs, il nous semble indispensable de fixer certains points de la conduite à tenir chirurgicale. Les principaux points que nous allons envisager concernent l'anesthésie, l'abord et le maniement des nerfs, le rapprochement des fragments, la transposition, les localisations intra-nerveuses et l'examen électrique des nerfs pendant l'opération.

Il faut savoir avant tout que la chirurgie nerveuse, même sous la forme simple de suture de nerfs périphériques, est une chirurgie délicate et longue. Le chirurgien doit être patient et à aucun moment il ne doit avoir l'impression d'être pressé. Cette considération influe sur le choix de l'anesthésique. Bien que l'anesthésie locale soit de beaucoup préférable dans la plupart des cas, on ne doit pas hésiter à recourir à l'anesthésie générale chez les sujets nerveux incapables de rester tranquilles pendant tout le temps qu'il le faudra sur la table d'opération. Pollock et Davis utilisent pour l'anesthésie locale une solution de

novocaïne à 0,5 p. 100 additionnée d'adrénaline. Avant d'infiltrer les tissus sous-cutanés, ils font des injections intradermiques le long de l'incision cutanée. Le tronc nerveux ne doit être anesthésié qu'immédiatement avant le rapprochement des bouts.

Lors de la suture d'un nerf, tout le membre doit être considéré comme le champ opératoire ; en particulier, les muscles innervés par le territoire du nerf en question doivent pouvoir être vus à chaque instant.

Pour ce qui concerne l'abord des nerfs, nous n'insistons pas ici sur la voie de pénétration de chacun d'eux. La règle doit être un abord large s'étendant largement au-dessus et au-dessous du niveau présumé du traumatisme. Puusepp recommande de repérer le nerf au-dessus de la lésion, à un endroit où il a conservé son aspect et ses rapports normaux. On peut ensuite le suivre jusqu'à l'endroit de la section. Si l'on abordait le nerf à l'endroit même ou au-dessous de la lésion, les modifications qu'il a subies pourraient rendre très difficile son repérage et sa dissection. Une fois les deux bouts du nerf bien disséqués, une hémostase soigneuse assurée, on place les organes nerveux sur un lit de coton imbibé de sérum physiologique tiède. Foerster recommande de ne jamais toucher au nerf à la main.

Dans la grande majorité des cas, les deux fragments nerveux ne sont pas restés en contact, mais se sont rétractés et ont perdu contact l'un avec l'autre. L'éloignement deviendra surtout grand lorsqu'on aura

débarrassé les bouts nerveux de leur gangue scléreuse et du névrome. Pour savoir où commence la zone normale du nerf, nous avons vu que Puusepp préconisait l'examen histologique extemporané. Pollock et Davis pensent que, dans la plupart des cas, un procédé beaucoup plus simple est suffisant. Il s'agit de faire des entailles dans le bout nerveux, en partant de l'extrémité, et de sentir le moment où l'on pénètre dans du tissu sain. Les auteurs américains recommandent de faire ces entailles avec une lame de rasoir fine et, d'après eux, avec un peu d'habitude, on arrive à sentir la différence entre le névrome, dur et criant à la section, et le nerf normal.

Dès le début, avant même de disséquer les fragments nerveux, il est nécessaire de poser des repères sur chacun de ceux-ci afin d'éviter la torsion du nerf. En effet, P. Marie, Meige et Gosset ont montré qu'il existe dans les nerfs périphériques une localisation intra-nerveuse. Les fibres destinées à chaque territoire sont groupées ensemble dans le tronc et affectent une disposition assez constante. Or, il semble bien que la suture a beaucoup plus de chances de réussir si l'on arrive à ajuster les territoires intra-nerveux des deux fragments (Mme Athanassio-Bénisty). Aussi a-t-on intérêt à repérer à l'aide d'un fil les deux points correspondants de chaque fragment afin de pouvoir coapter le nerf dans une disposition aussi rapprochée que possible de la normale.

Pour le rapprochement des fragments on pose ensuite sur ceux-ci quatre fils : un sur chaque qua-

drant. En tirant sur ces fils on verra jusqu'à quel point on peut rapprocher les bouts et on pratiquera le procédé approprié à la circonstance. Nous n'insistons pas ici sur le choix du matériel de suture. On utilise généralement du fil de soie fin, mais le catgut chromé a conservé des partisans.

Pollock et Davis pensent que le chirurgien a assez souvent besoin de pouvoir exciter électriquement un nerf pendant l'intervention. Aussi préconisent-ils une bobine d'induction avec électrodes stérilisables qui peuvent être utilisées sur la table d'opération.

Nous dirons encore un mot de la transposition des nerfs. Il peut assez souvent être indiqué de raccourcir le trajet des nerfs soit pour rapprocher ses fragments, soit pour éviter la rupture précoce de la suture au moment de la mobilisation. Il peut être par exemple indiqué de transposer le nerf cubital sur la surface de flexion du coude. Cette transposition peut se faire sans aucun inconvénient. Dans certains cas on fait même en un premier temps une transposition puis en un second temps la suture (Babcock et Spear).

CHAPITRE V

La suture bout à bout.

La suture bout à bout est incontestablement la méthode de choix de la chirurgie réparatrice des nerfs. C'est elle qu'il faut pratiquer chaque fois qu'elle est possible. Ses résultats sont très supérieurs à ceux de tous les autres procédés que nous verrons par la suite.

Malheureusement, la suture bout à bout n'est pas toujours facile à pratiquer, surtout dans d'anciennes plaies. Les deux bouts du nerf sectionné sont généralement rétractés et la sclérose, des adhérences tissulaires les fixent dans cette position. En outre, le développement du névrome contribue encore à rendre la suture difficile. Les bouts déjà éloignés sont encore raccourcis grâce à la résection du névrome.

Nous distinguerons tout d'abord la suture primitive et la suture secondaire. La suture primitive est celle qui est pratiquée immédiatement après le traumatisme. De nombreuses données statistiques dues à Chaput, à Fœrster, à Puusepp et à d'autres encore, montrent que la suture secondaire pratiquée dans les mois qui suivent l'intervention donne des résul-

tats très supérieurs à la suture primitive. Il y a pour cela des raisons physiologiques que nous avons déjà envisagées plus haut, mais il y a aussi le fait que la suture secondaire est pratiquée généralement dans de meilleures conditions d'asepsie. La suture primitive est assez souvent suivie de suppuration, absolument exceptionnelle dans la suture secondaire. Le seul argument en faveur de la suture primitive est sa plus grande facilité. En effet, les bouts ne sont pas encore écartés ou tout au moins peuvent facilement se rajuster et en plus le névrome n'a pas encore eu le temps de se former. Ce dernier fait est d'ailleurs un argument contre en même temps. Les bouts nerveux sont toujours contusionnés sur une plus ou moins grande longueur, ce qui n'est pas très visible immédiatement après l'intervention. Le segment nerveux perdu au point de vue fonctionnel ne pourra être distingué que plus tardivement.

Que la suture soit précoce ou tardive, elle peut se pratiquer de trois façons distinctes. Dans le cas le plus simple, on ajuste les deux sections transversales circulaires des fragments nerveux. Dans la deuxième variété, on fait une suture oblique, en raccordant les deux surfaces de section ovalaires. Enfin, dans un troisième cas, le bout inférieur est taillé en biseau et enfoncé entre deux fragments du bout supérieur fendu dans le sens de la longueur. Bruns a préconisé encore un procédé de suture bout à bout qui serait utilisable dans les cas où les deux bouts sont unis par un tissu de sclérose. Dans ce cas, on n'aurait qu'à fendre lon-

gitudinalement le tissu fibreux jusqu'au niveau du nerf sain, puis pratiquer une suture de la brèche ainsi pratiquée, mais en l'orientant dans le sens transversal. Ce procédé ne semble pas donner de résultats intéressants.

Quel que soit le procédé employé, les points de suture peuvent être pratiqués à des endroits variés des nerfs. La technique de Hüter, suturant le tissu conjonctif qui entoure le nerf, est aujourd'hui complètement abandonnée. Baudens place ses points de suture dans le périnèvre. Par contre, Nélaton recommande de traverser toute l'épaisseur du nerf par le fil. Le procédé de Baudens ne peut être employé que dans les cas où le nerf n'est pas exposé à une forte tension, car le périnèvre n'est pas très solide. Aussi, Mikulicz a tenté de combiner la suture du périnèvre avec le procédé de Nélaton, en plaçant quelques points à l'intérieur du tronc et en suturant ensuite soigneusement le périnèvre.

Nous reviendrons plus loin sur les soins post-opératoires et les suites de ces interventions.

CHAPITRE VI

La suture partielle.

Un tronc nerveux anatomique ne représente pas une unité fonctionnelle. Chaque fascicule de fibres allant à un muscle ou à un territoire cutané déterminé peut être blessé pour son propre compte et déterminer des troubles autonomes. Pendant la guerre les lésions partielles des troncs nerveux se sont montrées assez fréquentes. C'est à ces lésions-là que s'applique le procédé de la suture partielle. Les lésions partielles sont également assez fréquentes dans les elongations traumatiques.

On peut distinguer deux cas : l'un, le plus fréquent, est celui où un ensemble de fibres périphériques se trouve interrompu, l'autre où ce sont des fibres centrales qui sont lésées. Il est évident que, dans les lésions partielles, la régénération spontanée présente infiniment plus des chances de succès que dans les sections totales. Cependant, lorsqu'il existe une solution de continuité même partielle, mais dépassant deux centimètres dans un nerf, la régénération spontanée est fortement compromise. Il en est de même au cas de névrome ou d'envahissement conjonctif très marqué.

En vue de la suture, on isole d'abord les fragments lésés en fendant légèrement le nerf dans le sens longitudinal. Tout comme dans la suture complète, on résèque les névromes et toute la partie inutilisable du nerf, puis on suture suivant l'un des procédés envisagés plus haut. Etant donné le raccourcissement ainsi produit, les fascicules nerveux sains forment nécessairement une boucle, mais celle-ci ne semble en rien troubler leur fonctionnement.

Les chances de succès de la suture partielle sont bien plus grandes que celles de la suture complète, étant donné la préexistence d'éléments cellulaires conduisant la régénération. L'essentiel, c'est de ne pas empêcher le fonctionnement normal des parties saines par un geste opératoire intempestif.

CHAPITRE VII

La suture à distance.

La suture bout à bout, procédé idéal, comme nous l'avons dit plus haut, ne peut s'exécuter que dans les cas où les deux bouts peuvent être suffisamment rapprochés. Pour des raisons sur lesquelles nous ne reviendrons plus ici, ce rapprochement n'est pas toujours possible. Les procédés que nous envisageons dans ce chapitre et dans les suivants ont été préconisés dans le but de rendre possible la restauration des troncs nerveux qui n'ont pu être ajustés bout à bout. Ces procédés ne doivent donc être considérés que comme un pis aller et ne doivent être utilisés que dans le cas d'absolue impossibilité de pratiquer une suture bout à bout.

Une des premières techniques préconisées est la suture à distance. C'est Assaky qui, en 1886, a montré la possibilité de régénération d'un nerf sectionné dont les deux bouts ont été réunis à distance par quelques catguts. Il semble que dans ce cas le catgut sert de conducteur aux cylindraxes en régénération. Huber a montré par la suite que le catgut se résorbe vite et que le tissu conjonctif qui le remplace joue beaucoup moins bien son rôle conducteur.

Il n'en est pas moins vrai que cette méthode a été pratiquée de nombreuses fois avec succès par divers chirurgiens : Glück (1888), Tillemans, etc. Selon la grosseur des nerfs on réunit les bouts à l'aide de 3 à 8 fils (catgut ou mieux soie). La méthode n'a guère de chances de succès que lorsque l'éloignement ne dépasse pas 2 à 3 cm. Dans un cas de Ramsauer et Bunge, la suture à distance a réussi sur un nerf dont les deux bouts étaient éloignés de 4 cm.

Pollock et Davis n'attribuent plus à la suture à distance qu'un intérêt historique. Nous n'avons pas trouvé de cas récent publié.

CHAPITRE VIII

La tubulisation.

Le grave reproche qu'on pouvait faire à la méthode de la suture à distance est la possibilité de déviations de croissance des cylindraxes en régénération. En effet, les fils qui unissent les fragments nerveux ne constituent pas une protection suffisante contre les déviations.

Ce sont ces considérations qui ont suggéré le premier essai de tubulisation. En 1881, Glück fait passer les fragments nerveux avivés dans un tube osseux. Cette première tentative a échoué, mais peu de temps après Vanlair a obtenu une régénération par le même procédé, mais en le combinant en plus avec la suture à distance. Depuis cette époque, la tubulisation a été exécutée de nombreuses fois, en utilisant un matériel très varié, Wölfler utilisait des tubes en gaze iodoformée. Steinthal a employé de simples tubes de caoutchouc remplis de sérum sanguin. Auerbach faisait construire des tubes spéciaux en galalithe (caséine formolée) et Payr se servait de tubes en magnésium.

Les meilleurs résultats semblent avoir été obtenus

avec un matériel organique et biologique. Kirk et Lewis enrroulaient un feuillet aponévrotique autour du nerf. A la suite des recherches expérimentales de Hashimoto et Tokuoha, on a commencé à utiliser des fragments de vaisseaux. Les plus commodes à utiliser semblent être les fragments de veine, faciles à prélever au niveau de n'importe quel nerf superficiel. Le procédé vasculaire a de nombreuses variantes. De beaucoup le plus utilisé, surtout pendant la dernière guerre, semble être le procédé d'Edinger, qui remplit des fragments d'artère avec de l'agar-agar. Les recherches expérimentales d'Edinger ont montré que cette substance mucilagineuse n'entrave pas la croissance des cylindraxes, mais plus tard Hohmann et Spielmayer sont arrivés à des conclusions tout à fait opposées. Aussi la méthode d'Edinger est-elle complètement abandonnée aujourd'hui. Nous signalons une tentative expérimentale intéressante d'Eden, bien qu'elle n'ait eu jusqu'ici aucune application pratique. Cet auteur unit chacun des fragments nerveux, distants de quelques centimètres l'un de l'autre, à une veine. Il a pu étudier par la suite la pénétration des neurones en régénération à l'intérieur de la veine dans laquelle la circulation continuait à se faire normalement. Les cylindraxes baignaient littéralement dans le sang et celui-ci semblait agir favorablement sur leur croissance. Foramitti a préconisé des bouts d'artère durcis dans du formol afin de les rendre moins rapidement résorbables.

Les études histologiques de Kirk et Lewis d'une

part et celles de Huber d'autre part ont montré la marche de la régénération au cours de la tubulisation. Ces travaux ont montré que lorsque les deux bouts ne sont pas trop éloignés l'un de l'autre, la régénération se fait le long des parois du tube utilisé, alors que le milieu est comblé par un tissu conjonctif plus ou moins dense. Nous reviendrons à propos de la greffe sur l'importance de ce tissu conjonctif, auquel la plupart des auteurs n'ont pas suffisamment prêté attention.

Perthes, puis Remnets préconisent l'emploi de manchettes adipeuses pour la tubulisation. Ce dernier auteur relate neuf cas favorables.

Malgré les succès incontestables de la tubulisation, ce procédé ne semble pas plus intéressant que la méthode des greffes, que nous allons envisager dans un des chapitres suivants.

CHAPITRE IX

L'autoplastie par lambeaux.

C'est Letiévant qui a inventé, en 1872, le procédé des lambeaux. Celui-ci a été par la suite modifié par Brenner et Goldenberg. D'après la plupart des auteurs, il n'a plus aujourd'hui qu'un intérêt historique, aussi serons-nous brefs à son sujet.

Dans la méthode primitive de Letiévant, on devait détacher un lambeau de chaque fragment nerveux et les suturer ensemble. Les lambeaux sont formés en fendant le nerf dans le sens longitudinal et en les laissant, bien entendu, adhérents par leur base qui est située près du névrome. La méthode ne comportait aucun nettoyage et laissait le névrome en place. Même sous cette forme imparfaite, Letiévant a pu enregistrer un succès.

La modification de Brenner consiste à aviver les bords des lambeaux et à les unir d'une manière qui redonne au nerf presque sa forme primitive. L'innovation la plus importante a été apportée par Goldenberg, qui a pensé que le névrome et le tissu scléreux laissés en place pouvaient agir très défavorablement sur la régénération. Aussi combinait-il ses autoplasties avec

la résection du névrome et ses résultats sont bien meilleurs que ceux des auteurs précédents.

D'après Huber — qui a exécuté un grand nombre d'observations histologiques — il est tout à fait illusoire de compter sur la régénération à travers les lambeaux. Les quelques succès obtenus semblent résulter d'un pur hasard. En considérant les résultats cliniques qu'il a obtenus, Puusepp est à peu près du même avis.

CHAPITRE X

L'implantation.

Dans les techniques envisagées jusqu'ici, il s'agissait toujours d'un acte réparatoire simple, ayant pour but la reconstitution anatomique et fonctionnelle d'un tronc nerveux lésé. Dans les procédés que nous allons étudier dans ce chapitre et dans les chapitres suivants, l'acte opératoire sera plus complexe, car il nécessitera l'utilisation d'un nerf sain soit *in situ*, soit prélevé et transplanté.

Dans ce chapitre, nous n'envisagerons que les procédés d'implantation d'un fragment nerveux dans un nerf sain. Dans le chapitre suivant, nous reviendrons sur la physiologie et la physiopathologie des anastomoses nerveuses telles qu'elles ressortent des notions actuelles de transmission chimique des excitations nerveuses.

Le premier auteur qui a soulevé l'idée de l'implantation nerveuse semble être Denonvilliers, mais cette opération n'a été réalisée qu'en 1873 par Letiévaut. L'implantation telle que l'a proposée Letiévaut rencontre un certain nombre de difficultés théoriques. Cet auteur pensait en effet implanter le fragment

périphérique du nerf lésé dans un tronc nerveux voisin. En 1895, Huber a montré expérimentalement, et avec l'appui de nombreuses recherches histologiques, qu'une telle implantation ne pouvait avoir aucun résultat. Les neurones sains se trouvent simplement repoussés par le bout implanté et aucune régénération ne se produit. La régénération n'est possible que si certains neurones du nerf sain se trouvent sectionnés. Ceux-ci pourront alors pousser dans le fragment distal déshabité.

En réalité, il faut distinguer plusieurs cas d'implantation. Il y a tout d'abord l'implantation simple, se divisant en copulation et inoculation, puis l'implantation double et enfin le croisement nerveux.

L'inoculation est le procédé classique de Letiévant. Nous avons vu que théoriquement elle ne peut donner aucun résultat, cependant pratiquement un certain nombre de chirurgiens (Hoyward, Ranschburg, etc.) l'ont utilisée avec succès.

La copulation n'est pas à proprement parler une implantation, puisqu'il s'agit de suturer le fragment périphérique du nerf sectionné au fragment central d'un nerf sain préalablement coupé. Puusepp recommande dans ces cas de faire une suture particulièrement fine, en employant de préférence des cheveux de femme. Dans les cas où le nerf sain, servant de neurotiseur, est inférieur en dimension au nerf malade, Foerster se sert de deux nerfs. Bien entendu, dans ces cas, le nerf sain a perdu ses fonctions et l'on ne doit utiliser que des nerfs jouant un rôle peu

important dans la motricité. Dans les cas où de tels nerfs ne se trouvent pas dans le voisinage, on peut utiliser une partie seulement d'un tronc nerveux. A l'aide de ce procédé, Puusepp a obtenu d'excellents résultats dans douze cas. Citons un cas curieux de Maragliano qui a utilisé une branche du nerf crural pour la neurotisation du crural du côté opposé, en le faisant passer derrière le pubis.

Tout autre est le principe de la double implantation, préconisée par Wœlflier et par Hofmeister. Il s'agit là d'implanter le fragment distal et aussi le fragment proximal du nerf coupé dans un tronc nerveux sain voisin. Celui-ci ne subit aucune solution de continuité, son fonctionnement reste normal ; il sert seulement de conducteur à la régénération. Les avantages de la méthode sont considérables, car on peut employer n'importe quel nerf, même sensitif, et parce qu'on ne trouble en rien les fonctions du neurotiseur. Cependant, pratiquement, les résultats ne sont pas toujours très bons parce que les neurones partis du bout central ne retrouvent pas nécessairement le chemin qui les conduit dans le bout périphérique.

L'implantation croisée, sur laquelle nous reviendrons au chapitre suivant, consiste à unir d'une part le bout central d'un nerf sain avec le bout périphérique du nerf malade et d'autre part à implanter dans le tronc nerveux ainsi formé le bout central du nerf lésé et le bout périphérique du nerf sain. Ainsi, aucun des nerfs ne perd ses fonctions et la régénération peut se faire le long de conducteurs nerveux appropriés.

Une forme simplifiée de l'implantation croisée est l'union d'un fragment seulement du bout central du nerf sain avec le bout périphérique du nerf lésé. Ensuite, on y implante le bout central du nerf sectionné.

Les implantations sont surtout pratiquées pour le nerf facial. Nous allons examiner dans le chapitre suivant les faits expérimentaux qui permettent ou qui interdisent l'anastomose entre nerfs différents.

CHAPITRE XI

Anastomoses nerveuses.

L'influx nerveux possède une spécificité assez étroite. Il existe des centres nerveux spécialisés en vue d'une fonction définie et ces centres donnent naissance à un influx destiné à un organe également défini et devant agir sur cet organe selon une manière déterminée. Telle est tout au moins l'opinion *a priori* qu'on a tendance à se faire, lorsqu'on envisage la question d'un point de vue purement théorique.

En réalité, les faits nous montrent que le système nerveux présente une très grande souplesse et peut s'adapter à des changements de fonctions. Autrement dit, la spécialisation des centres n'a rien de définitif et d'irréversible.

Depuis les premiers travaux de Flourens en 1827, d'innombrables faits expérimentaux sont venus éclairer le problème des anastomoses nerveuses. Pour bien montrer la complexité du problème, nous allons sérier les cas et nous allons envisager successivement l'anastomose de nerfs moteurs avec des nerfs moteurs, l'anastomose de nerfs sensitifs avec des nerfs sensitifs, l'anastomose de nerfs moteurs avec des nerfs sensitifs,

l'anastomose de nerfs somatiques avec des nerfs végétatifs et enfin l'anastomose de divers nerfs végétatifs entre eux. Nous allons à la fin de cet exposé montrer combien les faits s'éclairent par la théorie neuro-humorale.

*
* *

Lorsqu'on unit le bout central d'un nerf moteur avec le bout périphérique d'un autre nerf moteur et lorsque la régénération s'est faite, l'excitation électrique du nerf détermine des contractions dans les muscles innervés par le fragment périphérique. Prenons comme exemple concret l'anastomose du bout central d'un nerf moteur comme le grand hypoglosse ou le spinal avec le bout périphérique d'un facial sectionné. Cette technique est couramment utilisée dans la paralysie faciale et ses bons effets ont été vantés tout dernièrement encore par Arnaud, par Wertheimer et Carcassonne, par Ballance, etc. Dans les cas où l'intervention a réussi, l'excitation du spinal ou de l'hypoglosse détermine une contraction des muscles de la face. On peut en déduire que toutes les fibres nerveuses motrices somatiques sont interchangeable. Théoriquement, c'est en effet le cas, mais lorsqu'on étudie les mouvements spontanés de tels sujets, on s'aperçoit que l'adaptation du système nerveux n'est jamais complète. Au début, lorsque l'opéré veut faire contracter les muscles de la face, il fait en réalité fonctionner les muscles de l'épaule ou de la langue, selon le nerf utilisé. Cependant, à la longue, surtout

grâce à une rééducation méthodique, une adaptation se fait. Dans le cas de l'hypoglosse, l'adaptation se ferait mieux lorsqu'on utilise la branche descendante de ce nerf (Cunéo). Dans les meilleurs cas, on a encore des mouvements associés, c'est-à-dire que le malade ne peut exécuter un mouvement de la face sans soulever en même temps son épaule ou sans faire contracter en même temps sa langue.

Aussi imparfaite qu'elle soit, cette adaptation soulève des problèmes très importants. Comment un centre médullaire ou cortical peut-il ainsi changer de fonction ? Kennedy suppose une sorte d'action trophique de nature obscure exercée par l'organe innervé sur le nerf et sur son centre. Il nous semble qu'une conception plus dynamique du système nerveux permettrait d'expliquer ces faits. La nature et le fonctionnement d'un centre ne dépend pas de sa situation anatomique ni de sa structure morphologique, mais des influx centripètes dont il est l'aboutissant. A l'état normal, un centre moteur est actionné par les influx centripètes donnant naissance à des commandes réflexes. Or, dans le cas d'une anastomose, l'adaptation consiste en un aiguillage différent des influx centripètes. Lorsque l'aiguillage est bien orienté, les réflexes normaux s'établissent et demeurent acquis. Ceci explique que dans certains cas des adaptations parfaites ont pu se faire à la suite d'anastomoses du nerf facial (Morestin, Fœrster). Nous verrons que le processus de l'adaptation est limité par certaines propriétés spécifiques des neurones.

*
* *

On n'a aucune donnée expérimentale ni clinique sur l'anastomose d'un nerf sensitif avec un autre nerf de même nature. On suture rarement des nerfs sensitifs sectionnés, d'autre part les troubles sensitifs sont très difficiles à étudier sur les animaux. Il semble cependant vraisemblable qu'il se produit dans ce cas la même adaptation que pour les nerfs moteurs. Le sujet localise d'abord la sensation dans le territoire cutané qui correspond au bout central, puis peu à peu l'habitude permet la rectification.

Beaucoup plus discutable est déjà le cas de l'union d'un nerf moteur avec un nerf sensible. Il faut tout d'abord distinguer deux cas : l'anastomose du bout central d'un nerf moteur avec le bout périphérique d'un nerf sensitif et celle du bout central d'un nerf sensitif avec le bout périphérique d'un nerf moteur.

Le premier cas n'est guère réalisé que par l'expérimentation. Philippeaux et Vulpian, puis Boeke ont observé les effets de l'anastomose du bout central de l'hypoglosse avec le bout périphérique du lingual. Fonctionnellement et histologiquement, la régénération est possible et l'excitation de l'hypoglosse détermine une contraction des muscles de la langue. On ne sait pas cependant s'il ne s'agit pas ici de ce phénomène pseudo-moteur découvert par Vulpian et bien étudié par Sherrington qui consiste en une contracture consécutive à l'excitation des nerfs sensitifs d'un muscle

dont les nerfs moteurs ont dégénéré. Nous y revenons.

Le deuxième cas, anastomose du bout central d'un nerf sensitif avec le bout périphérique d'un nerf moteur, est parfois pratiqué en chirurgie nerveuse. Ainsi, Ballance recommande l'anastomose du nerf auriculo-temporal avec le facial. L'auteur ne donne pas beaucoup de détails sur les résultats de cette intervention, mais il est à peu près certain que cette anastomose permet une récupération du tonus des muscles de la face. Quant à l'exécution de mouvements volontaires, cela est beaucoup plus douteux.

*
* *
*

L'anastomose d'un nerf moteur somatique avec un nerf végétatif a été tentée pour la première fois par Flourens, mais elle n'a pas réussi. Plus tard, Langley a réussi la même anastomose (bout central du 5^e nerf cervical avec le bout périphérique du pneumogastrique). Ce même auteur avec Anderson a pu pratiquer l'anastomose du bout central du sympathique cervical avec le spinal ou avec le phrénique. Après régénération, l'excitation du sympathique déterminait une contraction du sterno-cléido-mastoïdien ou du diaphragme. Inversement, Cannon et ses élèves ont pu unir le bout central du phrénique avec le bout périphérique du sympathique cervical et constater avec chaque mouvement respiratoire une dilatation de la pupille. On peut donc affirmer que les neurones

somatiques du système cérébro-spinal peuvent agir sur les organes végétatifs et que les neurones végétatifs peuvent faire contracter des muscles striés.

Des expériences nombreuses de Langley ont montré aussi qu'on peut anastomoser ensemble des nerfs appartenant aux deux systèmes végétatifs antagonistes : l'union du bout central du sympathique avec le bout périphérique du vague permet de produire un ralentissement du cœur par l'excitation du sympathique. L'expérience inverse a également pu être réalisée.

*
* *
*

Chose curieuse, lorsqu'on veut anastomoser les fibres préganglionnaires du sympathique avec ses propres fibres post-ganglionnaires, l'excitation reste inefficace. C'est là que la théorie neuro-humorale vient expliquer les choses. Il semble aujourd'hui très probable que les fibres nerveuses agissent sur les organes innervés en libérant à leurs terminaisons des substances actives. Dale, à qui l'on doit une vue d'ensemble de cette conception, divise les éléments nerveux en deux catégories : les nerfs cholinergiques et les nerfs adrénargiques. Les premiers comprennent les nerfs moteurs des muscles striés, certains nerfs sensitifs et les neurones préganglionnaires du système végétatif. Les nerfs adrénargiques comprennent seulement les fibres post-ganglionnaires du sympathique. D'après Dale, on ne peut anastomoser efficacement que des nerfs appartenant au même

groupe. Tous les nerfs cholinergiques sont interchangeables, comme le sont aussi tous les nerfs adrénér-
giques, mais on ne peut faire remplir à un nerf cho-
linergique une fonction adrénér-
gique et inversement.
Nous reviendrons encore sur un certain nombre de
points concernant cette question à propos des opéra-
tions sympathiques.

CHAPITRE XII

Les greffes nerveuses.

Nous entendons par greffe uniquement la transplantation d'un fragment de tissu nerveux libre. L'utilisation de nerfs laissés en place, les anastomoses, les implantations doubles ou croisées sont souvent qualifiées à tort de greffes.

Ainsi définies, les greffes se divisent en trois grandes catégories : les greffes autogènes, homogènes et hétérogènes. La greffe autogène ou l'autotransplantation est l'utilisation d'un fragment nerveux du sujet lui-même ; la greffe homogène ou homotransplantation emploie des nerfs de sujets de la même espèce, enfin la greffe hétérogène ou hétérotransplantation utilise les nerfs d'individus d'espèces différentes.

La première expérience de greffe nerveuse a été faite par Philippeaux et Vulpian, en 1869. Ces auteurs utilisèrent des autogreffes. Ils intercalèrent un fragment du nerf lingual entre les deux bouts réséqués du grand hypoglosse et obtinrent ainsi la régénération du nerf. Une étude systématique des trois catégories de greffes a été faite par Huber en

1895. Cet auteur a conclu que les greffes hétérogènes réussissaient aussi bien que les transplantations provenant du sujet lui-même ou de sujets de la même espèce. Par contre, Forssman, Merzbacher et Segale ont trouvé que, tandis que les greffes autogènes et homogènes survivaient, les greffes hétérogènes présentaient rapidement des altérations nécrobiotiques.

La question fut par la suite vivement débattue et l'on cherchait à déterminer le rôle exact des fragments nerveux transplantés. Ingebrigtsen pensait que les transplants ne pouvaient être utiles que si les cellules de Schwann y conservaient leur vitalité et si elles s'y mettaient à se multiplier tout comme dans le bout périphérique en dégénérescence. Or, seules les auto- et homogreffes présentent une telle multiplication.

Plus tard, le même auteur est revenu sur la question et a montré que la greffe hétérogène peut permettre la régénération même si elle meurt.

Ce qu'il importe de retenir, c'est que les hétérogreffes sont peu recommandées en chirurgie humaine, car les résultats sont beaucoup plus douteux, sont infiniment plus longs à obtenir et surtout, comme l'a montré Tinel et aussi Delagénère, le transplant en se nécrosant devient le siège d'une prolifération conjonctive intense. Dans de nombreux cas, cette prolifération est telle qu'elle étouffe en quelque sorte les cylindraxes qui traversent le transplant. Ainsi, on a pu voir en clinique un commencement de régénération cesser brusquement et, lorsqu'on rouvre la plaie, on trouve la cicatrice nerveuse envahie par un tissu

conjonctif dense et dur. Il y a lieu de noter que le même phénomène peut parfois s'observer aussi après une greffe autogène ou homogène.

En somme, l'hétérogreffe rencontre actuellement très peu de partisans et semble, depuis la guerre, à peu près complètement abandonnée. Tout récemment, Guillaïn et Yvan Bertrand ont montré expérimentalement que des fragments de moelle de lapin pouvaient constituer un excellent matériel de greffe chez l'homme ou chez des animaux d'espèce différente. Il n'existe pas encore actuellement d'essais chirurgicaux probants.

*
* *
*

L'homotransplantation date presque complètement de la chirurgie nerveuse de guerre. Jusqu'à 1914, on ne connaît que deux cas de greffe nerveuse d'un homme à l'autre (Mayo Robson, Atkinson). Pendant la guerre et par la suite les cas se sont multipliés et actuellement la méthode est courante. L'homogreffe peut être exécutée dans trois circonstances différentes : prélèvement d'un fragment nerveux frais sur un membre amputé, prélèvement du nerf sur un cadavre et enfin utilisation de fragments nerveux conservés.

La transplantation de nerfs frais ou de nerfs prélevés sur des cadavres n'est pas entrée dans la pratique courante. On ne connaît que peu de cas publiés (Albert et Kuttner, Bethe, etc.).

Le seul procédé répandu est l'utilisation des transplants conservés. La méthode a été préconisée par

Nageotte qui conservait des fragments nerveux dans l'alcool à 50 p. 100 pendant plusieurs mois. Dujarrier et François publièrent en 1918 vingt cas de réparation nerveuse exécutée selon cette méthode. Ils ont conservé leurs fragments nerveux prélevés sur des membres amputés dans de la vaseline stérile à 0°. Avant de les utiliser, les fragments étaient réchauffés avec du sérum chaud. Huber conseille de conserver les nerfs dans du pétrole. Ce dernier auteur a fait une étude histologique approfondie de la méthode et a pu en constater les résultats extrêmement satisfaisants.

*
* * *

C'est cependant la méthode de l'autotransplantation qui réunit les suffrages de presque tous les chirurgiens actuels. Tout récemment, Duel a publié les résultats de 40 autotransplantations dans le cas de paralysie faciale. Ce chirurgien utilise des nerfs sensitifs prélevés sur le sujet au moment de l'opération. Ses préférences vont au fémoro-cutané ou à des nerfs mixtes comme un nerf intercostal ou le nerf du grand dentelé. Pollock et Davis conseillent uniquement des nerfs sensitifs.

Puusepp, comme également Fœrster, préfèrent prélever les nerfs cutanés du voisinage. Comme généralement le calibre de ces nerfs est inférieur à celui du nerf à réparer, la plupart des auteurs mettent ensemble 2 ou 4 fragments nerveux qui atteignent alors approximativement les dimensions voulues. En

1915, Fœrster a publié l'étude de 21 cas opérés selon cette méthode :

Radial.....	5
Médian.....	4
Cubital.....	11
Circonflexe.....	1

Sur ces cas il y a eu 5 guérisons complètes, 12 améliorations et seulement 2 insuccès complets.

Plus tard, la méthode de Fœrster a été adoptée par Stookey et par Elsberg. Ce dernier auteur a décrit minutieusement la technique qu'il emploie et qui lui a donné les meilleurs résultats.

Certains points de technique sont d'un très grand intérêt dans la pratique de la greffe nerveuse. Les sutures doivent être exécutées avec un extrême soin car, si les surfaces suturées glissent, les bouts avivés ne sont plus exactement affrontés et aucune régénération ne survient. En cas de greffe, plus que jamais, le nerf opéré doit être mis à l'abri de tiraillements, d'adhérences et surtout de l'envahissement conjonctif. Certains auteurs, comme Morris, Craig et Ellis, etc. ont conseillé d'envelopper le nerf greffé dans du péritoine. Ils utilisent pratiquement la membrane de Cargile qui est du péritoine de bœuf desséché et stérilisé. Huber conseille plutôt l'utilisation d'aponévroses, de vaisseaux préalablement formolisés ou encore du tissu graisseux. Il se pose là somme toute le même problème que pour la tubulisation (voir chap. 8).

Dans l'ensemble, la plupart des auteurs contemporains sont favorables à la greffe qu'ils conseillent lorsque la suture bout à bout n'est pas possible. En France, il y a encore des partisans de l'hétérogreffe et les résultats exposés par M. Blondin dans sa thèse semblent encourageants. A l'étranger c'est l'auto-greffe qui est la plus utilisée.

CHAPITRE XIII

Procédés neuro-musculaires.

Lorsque les deux fragments d'un nerf sectionné ne peuvent être rapprochés et lorsqu'aucun des procédés plastiques ou de greffe ne peuvent être utilisés, certains auteurs ont recommandé des procédés neuro-musculaires dont les résultats sont parfois surprenants. Ces procédés peuvent être classés en quatre groupes : implantation du nerf moteur dans le muscle, implantation du nerf étranger dans le muscle, neurotisation musculaire et enfin l'interplantation musculaire. Nous allons envisager rapidement ces procédés.

*
* * *

Le premier auteur qui a tenté l'implantation d'un nerf moteur sectionné dans son muscle est Hacker en 1908. Cet auteur a sectionné le nerf spinal et a implanté son bout central dans le trapèze. Au bout de quelques mois, l'excitation du spinal faisait contracter le trapèze. Depuis cette expérience, toute une série de travaux ont montré la réalité d'un rétablissement histologique et fonctionnel à la suite de l'implantation neuro-musculaire.

La technique de cette implantation est extrêmement simple. Le bout central du nerf est nettoyé et avivé tout comme pour la suture nerveuse. On place ensuite deux points de suture assez profonds (pour éviter l'angulation du nerf), et l'on fixe l'extrémité nerveuse dans une petite incision qu'on a pratiquée en plein dans la masse musculaire. On suture le nerf au muscle et l'on immobilise le membre de manière à empêcher, pendant un certain temps, toute contraction du muscle.

La simplicité et l'efficacité de cette méthode la fait recommander par Fœrster dans tous les cas où elle est praticable et où, bien entendu, les méthodes directes sont impossibles. Dans les cas où le muscle a plusieurs faisceaux distincts, Fœrster recommande de diviser le tronc nerveux et d'implanter une branche de la division dans chaque faisceau.

La méthode réussit presque toujours, sauf quand le nerf est trop dégénéré (Steindler).

*
* *
* *

Dans un assez grand nombre de cas, il est impossible d'implanter dans le muscle le nerf qui l'innerve normalement. Dans ce cas on a tenté l'implantation de nerfs étrangers. En 1916, Hoessly a implanté le bout central du spinal dans les muscles du larynx après section du récurrent, et il a constaté la contraction des cordes vocales par excitation du spinal. Avant lui, déjà Erlacher, puis plus tard Koelliker, ont réussi la neurotisation du biceps par le médian.

Le même succès a couronné les tentatives chirurgicales : Foerster a implanté le nerf honteux interne dans le grand fessier, Haberland l'hypoglosse dans les muscles de la face, etc.

Lorsqu'il s'agit d'un nerf étranger dont les fonctions propres sont importantes, on n'utilise qu'un faisceau ou une branche de celui-ci.

Fait curieux, le muscle ne se trouve neurotisé par un nerf étranger que lorsque son propre nerf n'est pas fonctionnel (Elsberg).

*
* *

Gersuny, en 1906, a montré qu'en avivant et en rapprochant un faisceau du trapèze d'un deltoïde paralysé, au bout d'un certain temps les mouvements du deltoïde se trouvaient récupérés. Erlacher a obtenu des résultats semblables dans la paralysie faciale en unissant les muscles de la face avec le temporal ou le masséter. La méthode a été appliquée en chirurgie humaine par Rosenthal avec beaucoup de succès. Nutt a tenté d'utiliser le procédé dans les séquelles de paralysie infantile. Sur 20 cas opérés, l'insuccès était complet dans 13 cas ; mais il y a eu en outre 4 rétablissements complets et 2 améliorations

*
* *

Quant à l'interplantation musculaire, elle a été étudiée et proposée par Moskowicz. Le principe de la

méthode est d'utiliser un muscle ayant gardé toutes ses connexions, comme conducteur de la régénération. A cet effet, on implante dans ce muscle le bout proximal et le bout distal du nerf sectionné. Ranschburg a utilisé ce procédé avec succès dans un cas de section du médian, en implantant les deux bouts du nerf dans le biceps.

CHAPITRE XIV

Opérations sympathiques.

Tous les procédés que nous avons étudiés jusqu'ici visent à la reconstitution directe des fonctions d'un nerf. Nous laissons délibérément de côté les moyens orthopédiques, la rééducation, les prothèses diverses qui s'appliquent évidemment à des cas qui ne sont pas accessibles à la chirurgie réparatrice. Les opérations sympathiques que nous allons envisager dans ce chapitre sont également souvent appliquées dans un but uniquement palliatif, mais dans certains cas on peut se demander si des interventions sur le sympathique ne peuvent influencer favorablement la récupération fonctionnelle.

Depuis quelques années on sait que les muscles striés volontaires sont en rapport avec le système nerveux végétatif. Des travaux de Lapicque ont montré que l'excitation du nerf sympathique d'un muscle strié peut « défatiguer » celui-ci. C'est-à-dire lorsqu'on excite le nerf sympathique d'un muscle fatigué par téτανisation, le muscle récupère sa contractilité. D'un autre côté, les travaux de Dale et Feldberg ont montré que le nerf moteur somatique agit sur le

muscle strié par l'intermédiaire de l'acétylcholine libérée aux terminaisons nerveuses. Or, l'acétylcholine est, comme on le sait, un antagoniste de l'adrénaline et de l'excitation du sympathique.

Telles que nous venons de les résumer, les bases physiologiques de l'intervention du système nerveux végétatif dans la contraction musculaire sont encore bien fragiles. D'ailleurs les faits cliniques et thérapeutiques semblent en être totalement indépendants.

C'est Leriche qui a pratiqué il y a quelques années les premières sympathectomies dans la paralysie faciale. Les résultats de l'intervention ne consistaient naturellement pas en une restitution des fonctions du nerf facial, mais uniquement en une amélioration subjective et esthétique. L'énophtalmie produite par la résection du ganglion cervical supérieur masque très heureusement les manifestations oculaires de la paralysie faciale. Au point de vue subjectif, les malades accusent un bien-être immédiat, la disparition de la tension des muscles et de la peau.

Les résultats relatés par Wertheimer, par Arnaud, par Wertheimer et Carcassonne semblent à cet égard tout à fait satisfaisants. Arnaud considère que les deux meilleurs traitements de la paralysie faciale sont l'anastomose avec l'hypoglosse et la section du sympathique cervical.

CHAPITRE XV

Les soins post-opératoires.

Il est certain que beaucoup de sutures nerveuses, exécutées dans les meilleures conditions, ont été vouées à l'échec faute d'un traitement post-opératoire bien compris. Nous allons résumer rapidement les principes de ce traitement. Ses modalités varient naturellement avec le nerf envisagé, avec la technique employée, etc.

Immédiatement après l'opération, le membre doit être immobilisé dans la plupart des cas, car les mouvements intempestifs pourraient occasionner la désunion de la suture. Cette immobilisation est encore plus de rigueur après les greffes, les sutures à distance, tubulisation, etc., qu'après la suture bout à bout. L'immobilisation doit se faire dans la position qui tire le moins sur le nerf suturé : ainsi, on immobilisera en flexion les sutures du radial et du médian, en extension celles du cubital, etc. Nous ne revenons pas ici sur les manœuvres opératoires de transposition tendant également à diminuer les risques de désunion.

La durée de l'immobilisation ne doit pas dépasser

généralement quinze jours. Miller et Lewis ont montré qu'au bout de ce temps le nerf suturé a atteint une résistance suffisante qui n'augmentera plus beaucoup par la suite.

Les moyens de l'immobilisation sont variés, mais on aura rarement besoin d'un appareil plâtré. Une écharpe ou un bandage bien appliqués suffisent presque toujours. Bien entendu, lorsque le nerf intéressé siège aux membres inférieurs, l'opéré doit être couché pendant la période post-opératoire.

*
* * *

Le plus tôt possible après l'intervention, c'est-à-dire dès la fin de la période d'immobilisation, on doit commencer le traitement post-opératoire proprement dit. Il comprend des procédés mécanothérapiques et électrothérapiques.

On commence par faire faire des mouvements passifs et par le massage. Le but d'un tel traitement est de prévenir les raideurs articulaires et musculaires et de réadapter les muscles à leurs fonctions normales. La mobilisation des muscles peut d'ailleurs, d'après Langley et ses élèves, favoriser la régénération par la mise en liberté de certains produits du métabolisme musculaire favorables à la croissance des neurones.

La mobilisation peut se faire à l'aide des propres moyens du malade. En s'aidant de son membre sain et en utilisant les mouvements conservés du membre malade, il peut exécuter un certain nombre de mou-

vements lui permettant de conserver ou de récupérer la souplesse de ses articulations et de ses muscles (Kanavel).

Pour les cas plus difficiles, un masseur est nécessaire pour conduire le traitement. On a même inventé des appareils dont on trouvera la description dans le travail de Pollock et Davis.

L'opéré qui a subi une réparation nerveuse doit être suivi de près pour déceler le moment d'apparition des mouvements dans les muscles desservis par le nerf régénéré. On sait que pour les nerfs sensitifs le meilleur signe de la régénération est la sensation de fourmillement dans le territoire innervé lorsqu'on appuie sur le nerf (signe de Tinel). Pour les nerfs moteurs, il n'existe qu'un seul signe, c'est l'apparition des mouvements volontaires dans les muscles paralysés. Dès que ces mouvements ont apparu on doit commencer la mobilisation active, sans pour cela fatiguer le muscle.

D'ailleurs l'électrothérapie est la plus utile à ce moment-là. Déjà Duchenne de Boulogne a montré que l'électrisation du nerf ou du muscle influence favorablement la régénération. Cependant Langley s'est déclaré adversaire de cette méthode. Récemment Piontkoswky a fait une étude systématique de la question et a trouvé que la meilleure régénération survient dans les territoires qui ont été soumis à l'électrothérapie.

Encore faut-il s'entendre sur les modalités de cette électrothérapie. Le principe en est exactement le même que celui de la mobilisation mécanique. Au dé-

but, il faut faire contracter les muscles du territoire innervé pour combattre leur atrophie et leur rétraction. Plus tard on agit sur le nerf et on fait contracter le muscle par son intermédiaire.

Il faut donc utiliser un courant qui ressemble le plus possible à l'excitant électrique normal du muscle. On doit formellement éliminer l'excitation faradique qui aboutit à une tétanisation. On utilisera donc le courant galvanique soit continu soit sinusoïdal. Ce dernier a le double avantage de se rapprocher beaucoup plus de l'influx nerveux et surtout de ne pas être douloureux. Dans les muscles complètement dégénérés qui présentent l'inversion de la formule polaire, on doit utiliser le pôle positif comme électrode active.

Lorsque la régénération a commencé, on utilise l'excitation du muscle par son nerf. Ce temps du traitement électrique est surtout important dans les cas d'anastomose, car on habituera ainsi le muscle à répondre à l'excitation venue d'un nerf étranger.

En attendant que la régénération se fasse, on préconise aussi l'emploi d'appareils de contention variés. Nous n'y insistons pas. Nous ne faisons que mentionner la rééducation nécessaire dans les cas d'interventions complexes, nécessitant des adaptations variées.

CHAPITRE XVI

Les résultats de la chirurgie restauratrice des nerfs périphériques.

Jusqu'à la guerre, les opinions étaient extrêmement partagées quant au pronostic des opérations restauratrices portant sur les nerfs. Parmi les pionniers de la méthode des sutures, il faut citer Déjerine, qui conseillait d'intervenir sur tous les nerfs qui présentent le syndrome de l'interruption complète.

On n'a possédé une vue d'ensemble sur la question que lorsque, en 1929, Fœrster a réuni les statistiques de la plupart des chirurgiens et a pu démontrer ainsi que la suture nerveuse comporte dans un grand nombre des cas des résultats satisfaisants. Si l'on considère les statistiques individuelles, le pourcentage des succès varie de 96 % à 3 %. Par exemple, en France, Delagénère relate le succès complet dans 85-91 % des cas, alors que Wiart n'a obtenu la guérison que dans 20 % des cas.

La statistique d'ensemble réunie par Fœrster porte sur 1873 cas, dans lesquels l'opération a abouti à la guérison dans 60 % des cas et a échoué dans 40 %.

Nous allons envisager les différents facteurs du

pronostic, en nous servant des données statistiques fournies par divers auteurs. Nous allons d'abord étudier les résultats selon le nerf envisagé, selon l'intervalle qui s'écoule entre le traumatisme et la suture, et nous allons enfin envisager le temps nécessaire à la récupération fonctionnelle. Malheureusement, nous n'avons trouvé aucune statistique groupant les cas d'après le procédé employé qui nous semble pourtant être l'un des facteurs les plus importants du pronostic.

*
* *

Une première statistique d'après les nerfs est donnée par le Service de santé de l'armée américaine :

	bon	médiocre	nul
	—	—	—
Plexus brachial.....	0	100	0
Radial.....	11	66	22
Médian.....	12	56	32
Cubital.....	5	72	22
Sciatique.....	1	60	38
Sciat. popl. ext.....	0	50	50
Sciat. popl. int.....	0	50	50

La statistique de Delagénère est infiniment plus encourageante :

	succès compl.	succès part.	insuccès
	—	—	—
Radial.....	82,9	14,89	6,34
Cubital.....	82,6	13,04	4,34
Médian.....	86,66	13,33	0
Musculo-cut.....	100	0	0
Plexus brach.....	50	50	0
Sciatique.....	92	8	0
Sciat. p. ext.....	93,33	6,66	0
Sciat. p. int.....	100	0	0
Tibial post.....	100	0	0

Toutes ces statistiques reposent sur un relativement petit nombre de cas (400 dans le cas de l'armée américaine et 142 chez Delagénère). Nous verrons maintenant la statistique où Fœrster a réuni les résultats obtenus par tous les auteurs allemands :

	succès	insuccès
Radial	72	28
Médian.....	69	31
Cubital.....	57	43
Musculo-cutané.....	82	18
Circonflexe.....	78,6	21,4
Sciatique.....	70	30
Sciat. popl. ext.....	38	62
Sciat. popl. int.....	46	54

On voit combien il est difficile de se faire une idée des chances de succès d'une suture nerveuse par rapport au nerf envisagé. Cependant, l'ensemble de cette statistique montre bien que, parmi les nerfs les plus fréquemment suturés, le cubital, le sciatique et ses branches régénèrent le moins facilement.

*
* *
*

Le temps qui s'écoule entre le traumatisme semble influencer beaucoup sur le pronostic : Voici une statistique détaillée de Puusep que nous reproduisons sommairement (les chiffres sont les nombres absolus de cas) :

	Guérison	Amélioration	Echec
Suture prim.....	2	2	11
1 mois.....	2	1	2
2 mois.....	5		
3 mois.....	35	5	2
4 mois.....	12	10	1
5 mois.....	8	4	1
6 mois.....	5		
7 mois.....	1	2	1
8 mois.....	1	1	
1 an	3	4	1
18 mois.....	3	4	2
2 ans		3	
3 ans		1	
4 ans	1		1
5 ans		1	1

Cette statistique montre bien que la suture primaire ne présente aucun avantage et que la période optimale va de 3 mois à un an.

* * *

Le temps nécessaire à la régénération varie avec le nerf et peut-être aussi avec l'intervalle qui sépare le traumatisme et l'intervention. Atthanasio-Bénisty prétendait que la régénération est plus rapide en cas de suture primaire. Cet auteur admettait même la possibilité de guérison très rapide, en quelques semaines, fait très contesté par Duroux et Couvreur.

Voici d'abord une statistique qui montre le temps de régénération des différents nerfs (Førster) :

	Commencement (en mois)	Date extrême
Radial.....	4,2	11
Médian.....	3,2	9
Cubital.....	3,5	9
Musculo-cutané.....	3,8	7
Circonflexe.....	4	9
Sciatique.....	7	16
Sc. popl. ext.....	6,5	12
Sc. pop. int.....	4,1	8

Une statistique du même auteur montre l'influence de l'intervalle qui sépare le traumatisme de l'opération sur le temps de régénération :

Intervalle	Nombre de cas	Régénération (en mois)
1 mois	3	4,6
2	24	5,8
3	36	3,8
4	48	5,2
5	61	4,8
6	37	5,1
7	26	5
8	17	5,2
9	24	5,9
10	24	5,5
11	12	4,4
12	20	5,2
de 1 an à 2 ans 1/2	26	4,1

Il ne semble donc pas que plus la suture est rapide, plus la régénération survient tôt. D'autre part, les prétendues guérisons rapides sont probablement des illusions, comme l'ont montré déjà Duroux et Couvreur.



On peut déplorer qu'il n'existe actuellement aucune donnée statistique sur l'efficacité respective des divers procédés de réparation nerveuse. Il nous semble en effet que c'est la méthode mise en œuvre qui constitue le principal facteur du pronostic. Ce qui ressort très nettement des faits que nous venons étudier, c'est que ce sont les qualités du chirurgien, son expérience et les techniques mises en œuvre qui importent le plus.

Il est donc à souhaiter non seulement que les techniques se perfectionnent de plus en plus, mais aussi que les chirurgiens se familiarisent avec la restauration nerveuse, branche moins ingrate de la chirurgie qu'il ne le semble au premier abord.

Observations.

OBSERVATION N° 1.

Mme R..., âgée de 34 ans, a été blessée il y a 3 ans d'un coup de feu au bras. Elle aurait été paralysée immédiatement après, mais, à cause des circonstances particulières de son traumatisme, elle n'a été soignée que plusieurs semaines après. Tout ce qu'on peut savoir par l'interrogatoire, c'est que trois mois après l'accident elle a été opérée. On trouve actuellement une cicatrice d'incision brachiale sur la face interne du bras ; la cicatrice de balle est plus en avant.

D'après la malade, elle aurait commencé à sentir dans sa main vers le sixième mois après l'intervention. Quand on examine actuellement la capacité fonctionnelle du membre supérieur droit, elle paraît parfaite quant aux mouvements de supination, mais l'abduction du pouce manque un peu de force par comparaison avec le côté sain. (Il est à noter cependant que le côté opéré est le côté gauche.) Les mouvements d'extension du poignet et des doigts paraissent complètement récupérés.

Une exploration soigneuse de la sensibilité ne permet de trouver aucune zone d'anesthésie. Au point de vue subjectif (autant qu'on puisse savoir, car il s'agit d'une malade intellectuellement très diminuée pour des raisons tout à fait extérieures à la lésion nerveuse), il n'existe aucune douleur.

OBSERVATION N° 2.

M. L..., âgé de 40 ans, a été opéré pendant la guerre pour une section du sciatique poplité externe. L'opération a eu lieu deux mois après le traumatisme. Quand nous le voyons, 18 ans se sont écoulés depuis l'opération.

Au premier abord, on ne remarque rien dans la démarche de notre sujet. Ce n'est qu'en le faisant marcher devant nous et en l'observant attentivement qu'on remarque une petite difficulté à lever le pied en flexion. Ce défaut est compensé par un mouvement du quadriceps crural.

L'examen ne montre aucune atrophie perceptible des muscles de la loge péronière. La cicatrice d'incision, située dans le creux poplité, est souple. On ne trouve aucune anesthésie. En comparant la force segmentaire de la flexion du pied des deux côtés, on trouve un déficit net du côté opéré. Le pied est en léger varus équin. Au dire du malade, le rétablissement des mouvements a été extrêmement long et n'aurait commencé qu'un an et demi après l'opération, et n'a atteint le stade actuel qu'au bout de plus de trois ans.

OBSERVATION N° 3.

M. G..., âgé de 53 ans, s'est coupé il y a une dizaine d'années avec un éclat de verre au coude. Ce traumatisme aurait eu pour conséquence la section complète du nerf cubital. Le nerf a subi une suture primitive.

Cette suture ne semble avoir déterminé aucune trace de régénération. Encore actuellement la main gauche présente une griffe cubitale typique avec disparition des mouve-

ments de latéralité des doigts. Par contre, les troubles de la sensibilité semblent inexistants. D'ailleurs, d'après le malade, un certain degré de régénération aurait apparu quelques mois après la suture. Puis les phénomènes auraient régressé, mais la restauration sensitive s'est maintenue. Il est possible qu'un processus de sclérose ait entravé la régénération, mais que les fibres sensibles moins fragiles y aient résisté.

OBSERVATION N° 4.

M. D... a eu une section du radial par fracture de l'extrémité supérieure de l'humérus. Opéré six mois après la section, le commencement de la régénération a lieu un an après la section. Ce sont d'abord les troubles sensitifs qui rétrocèdent, puis commence la récupération des mouvements du long supinateur. Peu à peu l'extension du poignet s'améliore. Actuellement, c'est-à-dire deux ans après l'intervention, l'extension des doigts est encore incomplète et l'abduction du pouce impossible. Il n'y a plus aucun déficit sensitif.

La raie vaso-motrice, qui était incomplète au niveau de la partie externe du dos de la main (absence de l'auréole rouge), redevient peu à peu normale, bien que l'auréole rouge soit encore moins étendue du côté traumatisé que du côté normal.

L'intradermo-réaction à l'histamine a présenté les mêmes particularités : d'abord absence de l'auréole, puis depuis 6 mois environ l'auréole a reparu et va lentement en augmentant.

Conclusions.

1^o Les bases expérimentales de la chirurgie restauratrice des nerfs ont été jetées il y a plus d'un siècle par les physiologistes français : Flourens, Magendie, puis Vulpian. L'étude rationnelle des phénomènes de dégénérescence et de régénération n'a pu commencer qu'à la suite des travaux de Waller et surtout à la lumière de la théorie neuronale.

Néanmoins, jusqu'à la guerre, cette branche de la chirurgie n'a pas progressé, tout au moins en étendue. Depuis la guerre, les travaux scientifiques restent stationnaires, mais un nombre sans cesse croissant de chirurgiens se convertit à la pratique de la réparation des nerfs.

2^o Nous avons étudié les divers procédés en usage pour la restauration des nerfs. L'avantage incontestable doit être donné, chaque fois que ce sera possible, à la suture bout à bout. Lorsque celle-ci est impossible, la meilleure méthode semble être celle des greffes, en particulier des greffes autogènes. Ce n'est que secondairement que les autres méthodes entrent en ligne de compte : suture à distance, tubulisation, procédés neuro-musculaires, etc. Peut-être,

dans certains cas, des interventions sur le sympathique peuvent favoriser les processus de régénération, ou tout au moins apporter une amélioration subjective (Leriche).

3^o Nous avons insisté sur l'importance de certains points de technique : précautions dans le maniement des nerfs, l'ablation de toutes les parties non fonctionnelles des nerfs traumatisés, etc.

La même importance doit être attachée aux soins post-opératoires : mobilisation mécanothérapique, traitement électrique, etc.

4^o Nous avons compulsé de nombreuses statistiques en vue de chercher les facteurs qui conditionnent les résultats de la suture nerveuse. Ces résultats varient avec chaque nerf, peut être avec l'intervalle qui sépare le traumatisme et l'intervention, mais le principal facteur semble être le chirurgien lui-même. Des différences extrêmement considérables se montrent dans les statistiques des divers auteurs. Chez certains, le pourcentage des succès est tel qu'il devrait encourager les chirurgiens et dissiper la suspicion qui s'attache encore trop souvent à cette branche de la chirurgie.

Vu : le Président de la thèse,
LENORMANT.

Vu : le Doyen,
ROUSSY.

Vu et permis d'imprimer :
le Recteur de l'Académie de Paris,
S. CHARLÉTY.

BIBLIOGRAPHIE

- Albert.* — Wiener Med. Presse, 1885, XLI, 236.
- Arnaud (M.).* — Sur un cas de paralysie faciale traitée par l'anastomose XII-VII (Soc. Chir. Hôp. Marseille, 1932, VI, 109).
- Arnemann.* — Ueber die Reproduktion der Nerven. Göttingue, 1786.
- Assaky.* — De la suture des nerfs à distance (Arch. gén. Méd. 1886, XVII, 529).
- Athanassio-Benisty (Mme).* — Traitement et restauration des lésions des nerfs. Paris, 1917.
- Auerbach (S.).* — Galalith zur Tubulisation der Nerven. (Münch. Med. Woch., 1915, LXII, 1457).
- Babcock et Spear.* — Questions in relation to the treatment of peripheral nerve injuries (Medic. Record. N.-Y., 1919, XCVI, 664).
- Ballance.* — Remarques sur le traitement chirurgical de la paralysie faciale (Brit. Med. Journ., 1932, 787).
- Bethe.* — Neue Versuche über die Regeneration der Nervenfasern. Pflügers Arch., 1907, CXVI, 385.
- Bidder.* — Versuche über die Möglichkeit des Zusammenheilens funktionell verschiedener Nervenfasern (Arch. Anat. u. Physiol., 1842, 102).
- Blondin.* — Etude sur les greffes nerveuses. Th. Paris, 1928.
- Boeke.* — Die Regenerationserscheinungen (Pflügers Arch., 1913, CLI, 57).

- Boulommier.* — Contribution à l'étude des réunions nerveuses. Th. Paris, 1901.
- Brenner.* — Wien. Klin. Woch., 1891, 387.
- Bruns.* — Kriegsneurologische Betrachtungen (Neurol. Centrabl., 1915, XXXIV, 12).
- Bunigner.* — Ueber die Degenerations- und Regenerationsvorgänge an Nerven (Beitr. z. path. Anat., 1891., X, 321).
- Chaput.* — Arch. gén. de Méd., 1884, XIV, 57.
- Craig et Ellis.* — Ann. of Surg., 1905, XLI, 801.
- Cunéo.* — De la dégénérescence et la régénérescence des nerfs sectionnés (J. de Chir., 1909, II, 241).
- Dale.* — Chemical transmission of the effect of nerve impulses (Brit. Med. J., 1934, I, 835).
- Delagènière.* — Traitement chirurgical des blessures des nerfs (Soc. Chir., 1918, XLIV, 524).
- Dogliotti.* — Etude expérimentale et première application clinique d'une nouvelle opération destinée à augmenter et à équilibrer la fonction neuro-musculaire dans la paralysie partielle des nerfs (J. de Chir., 1935, XLV, 31).
- Duel.* — Le traitement chirurgical de la paralysie faciale (Brit. Med. J., 8 déc. 1934).
- Dujarier et François.* — Sur 20 cas de greffe homoplastique dans les sections nerveuses (Soc. Chir., 1918, XLIV, 43).
- Duroux.* — Technique des greffes nerveuses (Lyon Méd., 1911, CXVII, 760).
- Duroux et Coupreur.* — Sections et restaurations nerveuses. (Lyon Chir., 1917, XIV, 515).
- Eden.* — Untersuchungen über die spontane Wiedervereinigung durchtrennter Nerven im strömenden Blut. (Arch. klin. Chir., 1917, 108, 344).

- Edinger.* — Ueber die Regeneration des entarteten Nerven (Deutsche Med. Woch., 1917, XLIII, 769).
- Elsberg.* — Technic of nerve suture and nerve grafting (J. of Amer. Med. Assoc., 1919, LXXIII, 1422).
- Erlacher.* — Direct and muscular neurotization of paralyzed muscle (Amer. J. of orthop. Surg., 1915, XIII, 22).
- Flourens.* — Expériences sur la réunion ou cicatrisation des plaies des nerfs (Ann. Sc. nat., 1828, XIII).
- Førster.* — Die Scussverletzungen der peripheren (Nerven. Berl. klin. Woch., 1915, LII, 823).
- In Handbuch der Neurologie de Lewandowsky, Berlin, 1929.
- Foramitti.* — Zur Technik der Nervennaht (Arch. klin. Chir., 1904, LXXIII).
- Forssmann.* — Beitr. z. path. Anat., 1898, XXIV, 56.
- Gersuny.* — Muskelanschluss bei motorischen Lähmungen (Münch. Med. Woch., 1916, LXIII, 1697).
- Gluck.* — Ueber Neuroplastik auf dem Wege der Transplantation (Arch. klin. Chir., 1880, XXV, 606).
- Gluge et Thiernesse.* — Sur la réunion des fibres nerveuses sensibles avec les fibres motrices (J. de Phys. de l'homme et des animaux, 1859, II, 686).
- Gosset.* — Résultats fonctionnels des opérations faites sur les nerfs périphériques (Arch. méd. pharm. milit., 1918, LXIX, 304).
- Haberland.* — Die direkte Einpflanzung des Nervus hypoglossus in die Gesichtsmuskulatur bei Facialislähmung (Zentralbl. f. Chir., 1916, XLIII, 74).
- Hacker.* — Zentralbl. f. Chir., 1914, XLI, 881.
- Hashimoto et Tokuoha.* — Arch. klin. Chir., 1907, LXXXIV, 347.
- Hayward.* — Zentralbl. f. Chir., LXIII, 1339.

- Hoessly.* — Ueber Nervenimplantation bei Recurrenslähmungen (Beitr. z. klin. Chir., 1916, CI, 186).
- Hofmeister.* — Ueber doppelte und mehrfache Nervenpropfung (Beitr. klin. Chir., 1915, LXXXXVI, 329).
- Hohmann et Spielmayer.* — Münch. Med. Woch., 1917, LXIV, 97.
- Huber.* — Repair of peripheral nerve injuries (Surg. Gyn. Obst., 1920, XXX, 464).
- Transplantation of peripheral nerves (Arch. Neur. a. Psych., 1919, II, 466).
- Huter.* — Congrès allem. Chir., 1876, t. I.
- Ingebrigtsen.* — Sur la transplantation des nerfs (Lyon Chir., 1916, XIII, 828).
- Kanavel.* — Surg. Gyn. Obst., 1916, XXIII, 163.
- Kennedy.* — On the restoration of coordinated movements after nerve section. Lancet, 1900, 1, 448.
- Kirk et Lewis.* — Fascial tubulisation in the repair of nerve defects (J. of Amer. Med. Assoc., 1915, LXV, 486).
- Kolliker.* — Zentralbl. f. Chir., 1917, XLIV, 454.
- Kuttner.* — Berl. klin. Woch., 1909, 80.
- Langley et Anderson.* — The union of different kinds of nerve fibres (J. of Phys., 1904, XXXI, 365).
- Langley et Kato.* — J. of Phys., 1915, XLIX, 432.
- Leriche.* — Résultats actuels des sutures nerveuses (Lyon Chir., 1914, XI, 421).
- De la sympathectomie périartérielle et de ses résultats (Presse Méd., 1917, XXV, 513).
- Sur la méthode de recherche en chirurgie. (Presse Méd., 11 oct. 1933).
- Letiéviant.* — Traité des sections nerveuses. Paris, 1873.
- Maragliano.* — Nervenüberpflanzung von der einer Seite auf die entgegengesetzte (Zentralbl. f. Chir., 1911, XXXVIII, 5).

- Marie (P.) et Foix.* — Lésions des nerfs périphériques. Revue neurol., 1916, XXIII, 316.
- Marie (P.), Meige et Gosset.* — Les localisations motrices dans les nerfs périphériques (Bull. Acad. Méd., 1915, LXXIV, 798).
- Marinesco.* — Etudes sur le mécanisme de la régénérescence des nerfs périphériques. (J. Psych. u. Neur., 1906, VII, 140).
- Morestin.* — Rev. Neurol., 1915, 22, 985.
- Morris.* — Medic. Rec. N.-Y., 1902, LXI, 773.
- Moskowicz.* — Ueberdrückung von Nervendefekten durch gestielte Muskellappen (Münch. Med. Woch., 1917, LXIV, 755).
- Nageotte.* — Le processus de la cicatrisation des nerfs (Rev. Neurol., 1915, XXII, 505).
— C. R. Soc. de Biol., 1917, LXXX, 925.
- Nutt.* — J. Amer. Med. Assoc., 1917, LXIX, 2082.
- Payr.* — Arch. klin. Chir., 1900, LXII, 67.
- Perthes.* — Verletzungen der peripheren Nerven, in Lehrbuch der Kriegschirurgie de Borchardt.
- Philippeaux et Vulpian.* — Arch. de Phys., 1870, III, 618 (C. R. Acad. des Sci., 1863, LVI, 1009).
- Pitres.* — Etat actuel de nos connaissances sur les transplantations et les greffes nerveuses (Prov. Méd., 1913, XXIV, 479).
- Pollock et Davis.* — Peripheral nerve injuries. New-York, 1933.
- Puusepp.* — Chirurgische Neuropathologie, Dorpat, 1931.
- Ramsauer.* — Zur Technik der Nervennaht. Berlin, 1907.
- Ranschburg.* — Die Heilerfolge der Nervennaht und sonstiger Operationen an mehr als 1500 verletzten Extremitätennerven. Berlin, 1918.
- Ranson.* — Degeneration and regeneration of nerve fibres (J. comparat. Neur., 1912, XXII, 487).

- Remmets.* — Deutsche Ztschr. f. Chir., 1918, CXLVI, 387.
- Robson (Mayo).* — A case of successful nerve grafting (Tr. Clin. Soc. London, 1889, XXII, 120).
- Rosenthal.* — Ueber muskuläre Neurotisation bei Fazialis-lähmung (Ztralbl. f. Chir., 1916, XLIII, 489).
- Sicard.* — Sutures nerveuses (Rev. Neurol., 1915, XXIII, 681).
- Spielmayer.* — Ueber Regeneration peripherischer Nerven. Ztschr. ges (Neur. u. Psych., 1917, XXXVI, 421).
- Steindler.* — Am. Journ. orthop. Surg., 1916, XIV, 707.
- Steinthal.* — Bruns Beitr., 1915, XCVI.
- Stookey.* — The technic of nerve suture (J. of Amer. Med. Assoc., 1920, LXXIV, 1380).
- Tillmans.* — Ueber Nervenverletzungen und Nervennaht (Arch. klin. Chir., 1882, XXVII, 1).
- Tinel.* — Les blessures des nerfs. Paris, 1916.
- Vanlair.* — Arch. de Biol., 1882, III, 379.
- Vulpian.* — Leçons sur la physiologie générale du système nerveux. Paris, 1866.
- Waller.* — Nouvelle méthode pour l'investigation du système nerveux. Bonn, 1852.
- Wertheimer.* — Traitement de la paralysie faciale périphérique par résection du ganglion cervical supérieur (Soc. Chirg., 14 janvier 1933).
- Wertheimer et Carcassonne.* — Lyon Chir., 1931, XXVIII, 560.
- Wiart.* — Soc. Chir., 1915, XLI, 1597.
- Wælfler.* — Ueber Nervennaht und Nervenlösung (Prag. Med. Woch., 1895, XX, 533).
-

1770. — Impr. de la Fac. de Méd., Jouve et Cie, 15, rue Racine. Paris. — 3-1936
